

УДК 621.313.17:621.928

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ В БЕГУЩЕМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Д. О. Забалуева¹, Э. В. Гиззатуллин², А. Ю. Коняев³

^{1,2,3} Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

¹ dashenka.1998zabalueva@mail.ru

Аннотация. В работе показано применение электродинамических сепараторов для извлечения металлов из потока твердых отходов. Для снижения мощности, потребляемой сепаратором из сети, предложено использовать модульную конструкцию индуктора сепаратора. Показано сравнение траекторий движения частиц металла в базовом варианте сепаратора и при использовании индукторов модульной конструкции.

Ключевые слова: электродинамический сепаратор, энергопотребление, индукторы модульной конструкции

INCREASING THE EFFICIENCY OF EDDY-CURRENT SEPARATION OF SOLID WASTE IN A TRAVELING MAGNETIC FIELD

D. O. Zabalueva¹, E. V. Gizzatullin², A. Yu. Konyaev³

^{1,2,3} Ural Federal University named after the First
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

¹ dashenka.1998zabalueva@mail.ru

Abstract. The paper shows the use of eddy-current separators for the extraction of metals from a solid waste stream. To reduce the power consumed by the separator from the network, it is proposed to use a modular design of the separator inductor. Shown is a comparison of the trajectories of metal particles in the basic version of the separator and when using a modular design of inductors.

Keywords: eddy-current separator, energy consumption, modular design of inductors

Промышленная переработка твердых отходов производства и потребления становится одним из приоритетов в развитии экономики России. Использование компонентов отходов в качестве вторичного сырья позволяет существенно улучшить экономические показатели такой переработки. К наиболее ценным вторичным ресурсам относятся цветные металлы, попадающие в отходы с ломом электротехнического и электронного оборудования, автомобильным ломом, в виде использованных тары и упаковок.

В мировой практике для извлечения цветных металлов из твердых отходов используется метод электродинамической сепарации [1; 2]. При этом используются два типа установок. Сепараторы с вращающимся индуктором на основе постоянных магнитов имеют малое энергопотребление, что обусловило их широкое применение. В то же время сепараторы на основе трехфазных линейных индукторов обладают большой производительностью и универсальностью, могут встраиваться в готовые технологические линии. Линейные индукторы могут устанавливаться под лентой конвейера, перемещающего отходы, либо под наклонной плоскостью в местах перегрузки. Основным недостатком таких сепараторов является большое энергопотребление. Например, индуктор сепаратора КМ-203 М, разработанного в Уральском федеральном университете (УрФУ) совместно с ОАО «Уралэнергоцветмет», имеет мощность $S = 111$ кВА при $\cos\varphi = 0,06$. Из этого следует, что поиск путей повышения энергоэффективности электродинамических сепараторов на основе линейных индукционных машин (ЛИМ) является актуальной задачей.

В УрФУ разработаны методики расчета электромагнитных усилий и мощности, потребляемой ЛИМ, а также траекторий движения частиц в сепараторе под действием электромагнитных и конкурирующих с ними механических сил. В качестве примера на рис. 1 показаны траектории движения частиц в сепараторе КМ-203 М при различном значении удельных электромагнитных усилий F_m (отношение усилия к массе частицы, Н/кг или м/с²). Индуктор сепаратора, показанный пунктирной линией, имеет размеры активной зоны $1,4 \times 0,3$ м и устанавливается под лентой конвейера шириной $B_k = 1,2$ м, перемещающего отходы со скоростью $V_k = 1,0$ м/с. Попадая в активную зону ЛИМ, частицы металлов совершают сложное движение, перемещаясь по ленте конвейера в направлении оси x и двигаясь под действием электромагнитных сил в поперечном направлении. На выходе из активной зоны частицы

двигаются по инерции с замедлением. Нетрудно заметить, что в таком сепараторе могут извлекаться (перемещаться за пределы ленты) только частицы, на которые действуют удельные усилия, большие 20 Н/кг. Как показывают расчеты, такие усилия могут развиваться только на частицах крупностью более 50 мм (в расчете на алюминий). Такие оценки совпадают с результатами испытаний сепаратора [2].

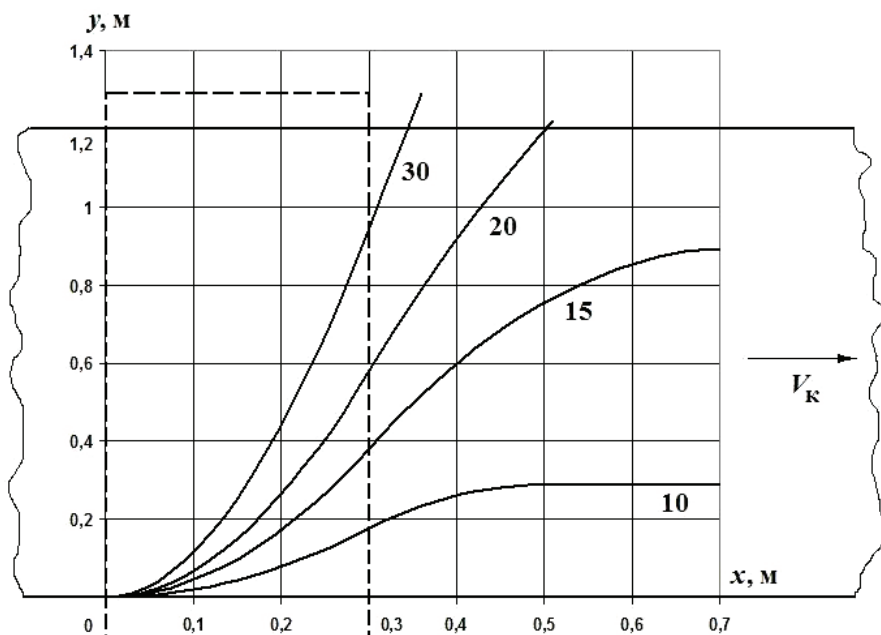


Рис. 1. Траектории движения проводящих частиц в сепараторе при разных значениях удельных электромагнитных усилий (F_m , Н/м — цифры на графиках)

Для извлечения частиц крупностью менее 50 мм необходимо увеличивать габариты и потребляемую мощность ЛИМ в 2–3 раза, что неприемлемо. По этой причине предлагается использовать конструкцию сепаратора с модульным построением ЛИМ. Результаты расчета траекторий движения частиц для такой конструкции сепаратора представлены на рис. 2. Индуктор сепаратора разбит на три модуля, устанавливаемых под лентой со смещением в направлении движения частиц, как показано на рис. 2. Можно видеть, что в этом случае будут извлекаться частицы, на которые действует удельное электромагнитное усилие, большее 12 Н/кг.

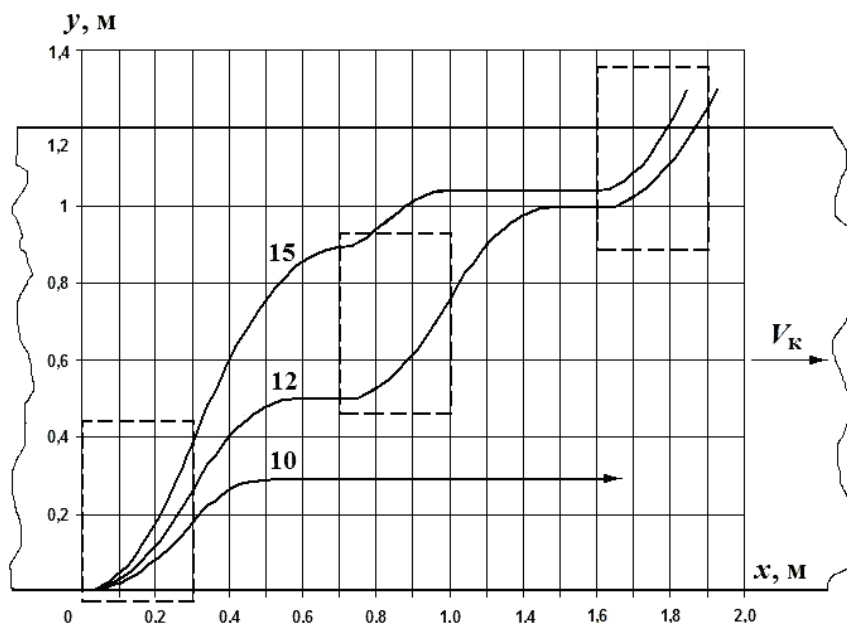


Рис. 2. Траектории движения проводящих частиц в сепараторе с модульной конструкцией ЛИМ (цифры на графиках — F_m , Н/м)

Полученный результат свидетельствует о возможности увеличения выхода сепарируемого металла за счет уменьшения крупности извлекаемых частиц при том же потреблении энергии либо о возможности уменьшения мощности ЛИМ и снижении расхода электроэнергии при том же выходе металла, что и в базовом варианте. Дополнительным достоинством модульного построения ЛИМ является то, что при наличии трех модулей и использовании транспозиции фаз обмотки можно добиться полной симметрии токов. Это позволяет компенсировать реактивную энергию ЛИМ, повысив $\cos\varphi$ до уровня 0,95–1,00. При этом потребляемая из сети мощность сепаратора снижается до значений 6–8 кВА.

Список источников

1. Wilson R. J., Veasey T. J., Squires D. M. Application of mineral processing techniques for the recovery of metal from post-consumer wastes // Minerals Engineering. 1994. № 7. P. 975–984.
2. Устройства для электродинамической сепарации лома и отходов цветных металлов / А. А. Патрик [и др.] // Промышленная энергетика. 2001. № 6. С. 16–19.